# BESTIMMUNG DER GESAMTEN DYNAMISCHEN FUSIONSBREITE DES NORMALEN MENSCHLICHEN AUGES MIT EINER BICONVEXLINSE

von

Dr. med. dent. Peter Stahl

aus

Regensburg

1973

1974 № 47

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548407_0059

Aus der Augenklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. E. Schreck

---

# BESTIMMUNG DER GESAMTEN DYNAMISCHEN FUSIONSBREITE DES NORMALEN MENSCHLICHEN AUGES MIT EINER BICONVEXLINSE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von

**Dr. med. dent. Peter Stahl**
aus
**Regensburg**

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. L. Demling

Referent: Priv.Doz. Dr. E. Genée

Koreferent: Prof. Dr. E. Schreck

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1973

Inhaltsverzeichnis


| | | Seite |
|---|---|---|
| A | Einleitung und Fragestellung | 1 |
| B | Hauptteil | 2 |
| | I. Literaturteil | 2 |
| | Fusion und Möglichkeiten der Fusionsprüfung | |
| | II. Methodik und eigene Untersuchungen | 4 |
| | 1. Darstellung der prismatischen Wirkung einer Convexlinse | 4 |
| | 2. Optische Zusammenhänge, die für die Bilder einer Sammellinse gelten | 5 |
| | 3. Versuchsaufbau | 7 |
| | a) Konvergenz | 7 |
| | b) Divergenz | 9 |
| | 4. Vorgehen bei der Messung | 11 |
| | 5. Ergebnisse und Vergleich mit anderen Methoden | 11 |
| C | Diskussion der Versuchsergebnisse | 28 |
| D | Zusammenfassung | 30 |
| E | Literaturhinweis | 31 |
| | Lebenslauf | |

## A Einleitung und Fragestellung

Für die Fusion, den binokularen Sehvorgang, gibt es bisher zwei Meßsysteme, die Prismenleiste und das Haploskop (Synoptophor, Amblyoskop). Es sollte nun eine einfache Methodik entwickelt werden, die es gestattet, die sprunghafte Messung der Fusionsbreite - wie sie durch Prismen geschieht - in eine kontinuierliche umzuwandeln, ohne dafür den materiellen Aufwand in allzu große Höhen zu treiben.

Dazu bot sich eine genügend große Biconvexlinse mit dem Durchmesser von 10,59 cm an, größer als die normale Pupillendistanz.

B Hauptteil

I. Literaturteil

Fusion ist die Verschmelzung des Seheindrucks beider Augen zu einem einzigen Eindruck. Die horizontale Fusionsbreite beträgt normal wenigstens $10^{0}$ (20 dpt,).

Beschreibung der Fusionsbreitenbestimmung mit

a) Prismenleiste:

Die Messung der Fusionsbreite durch Prismen wird im freien Raum durchgeführt. Um die Konvergenz zu prüfen, werden zunehmend stärkere Prismen (Prismenleiter) mit der Basis temporal gegeben, so daß gekreuzte Diplopie besteht und die Versuchsperson durch Fusionsbewegung (Konvergenz) die Abbildung immer wieder auf identische Netzhautstellen bringen kann.

Um Divergenzbewegung der Augen zu erzwingen, müssen Prismen mit der Basis nasal gegeben werden. Die Stärke der Prismen, die maximal überwunden werden kann, entspricht der Fusionsbreite.

b) Haploskop:

Schematisch besteht das Haploskop aus zwei schwenkbaren Armen, die verschiedene Testtafeln tragen. Über schräg gestellte Spiegel sieht jedes Auge nur das ihm zukommende Testbild. Zur Prüfung der Fusionsbreite wird ein Paar gleicher Bilder verwendet, von denen jedes eine

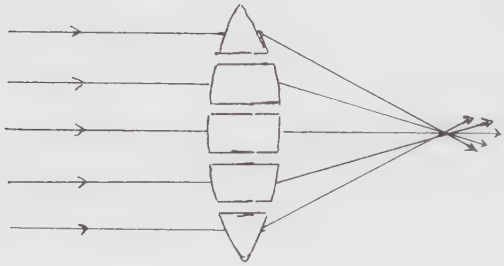
andere Kontrollmarke hat. Wenn Fusion besteht, d. h. wenn die beiden gleichen Bilder verschmelzen und beide Kontrollmarken wahrgenommen werden, wird das Fusionsvermögen zur Konvergenz und Divergenz hin geprüft. Hierzu wird der Winkel, in welchem die Bilder bequem fusioniert werden, fixiert und die Hebelarme gleichmäßig zunehmend konvergent (bzw. divergent) gestellt. Dabei müssen die Augen zunehmend konvergieren (bzw. divergieren), damit die Fusion gehalten werden kann.

An dem Punkt, bei dem die Bilder doppelt werden, ist die größte Fusionsbreite erreicht, bzw. eben überschritten.

## II. Methodik und eigene Untersuchungen

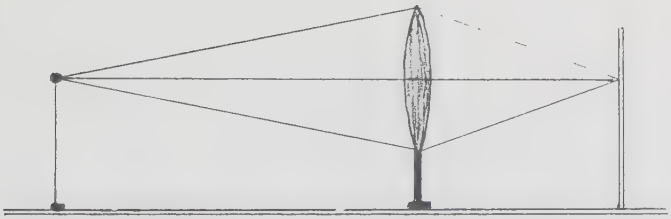
### 1. Darstellung der prismatischen Wirkung einer Convexlinse

Wie oben schon erwähnt, wurde für den Versuch eine Biconvexlinse mit dem Durchmesser von 10,59 cm benützt. Dies war möglich, da man sich ja die Linse durch kleine Prismenteile angenähert denkt. Dabei muß nur beachtet werden, daß das Licht stets um das dickere Ende herumgebrochen wird. Dies führt dazu, daß die Biconvexlinse alle Parallelbündel konvergent macht.



Durch die Sammellinse kann sogar ein divergentes Bündel (wenn die Divergenz nicht zu groß ist) konvergent gemacht werden. Alle Strahlen, die von einem leuchtenden Punkt (Objekt- oder Gegenstandspunkt) ausgehen,

treffen sich dann wieder in einem Punkt (Bildpunkt). Dies läßt sich experimentell zeigen. Vorbedingung ist nur, daß die verwendeten Lichtstrahlen keinen allzu großen Winkel mit der Achse bilden.

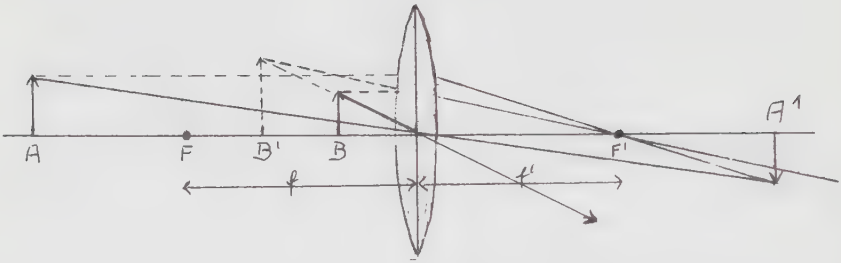


2. Optische Zusammenhänge, die für die Bilder einer Sammellinse gelten

Art der Bilder:
Es gibt zwei Fälle:

a) Die Strahlen schneiden sich nach der Brechung wirklich. Ein solches Bild nennen wir ein reelles Bild; rückt der Gegenstand von unendlich bis zum Brennpunkt F, so rückt das umgekehrte, reelle Bild von F' nach unendlich und wird dabei immer größer.

b) Die Strahlen sind hinter der Linse divergent. Dabei steht der Gegenstand innerhalb der Brennweite, und es entsteht ein vergrößertes, aufrechtes, virtuelles Bild vor der Linse.

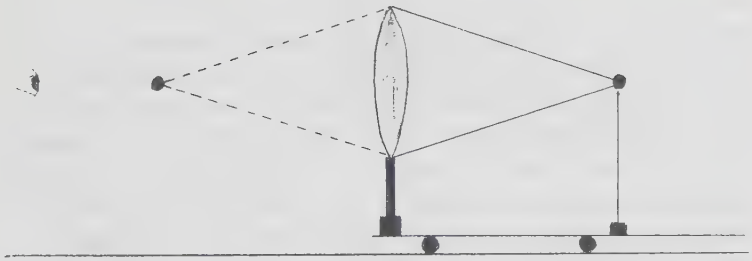



Für die Berechnung kommen dabei die Abbildungsgleichungen zur Geltung, nämlich:

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}; \quad \frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$

3. Versuchsaufbau:

a) Konvergenz



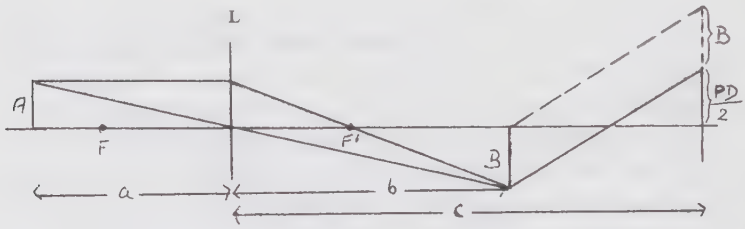
Auf einem Schlitten, der ruckfrei über Kugellager auf einem Gleise hin- und herzubewegen ist, sind die Linse und im Abstand der doppelten Brennweite das Objekt befestigt. Das Objekt ist in unserem Fall eine Kugel im Durchmesser von 0,9 cm, die über einen Stab mit dem Schlitten verbunden ist. Der Abstand zwischen Kugel und Linse beträgt 64 cm. Die Brennweite der Linse beträgt 32 cm. Nach den Abbildungsformeln entsteht dann 64 cm hinter der Linse ein reelles umgekehrtes Bild von der gleichen Größe wie der Gegenstand.

$a = 64$ cm; $f = 32$ cm; $A = 0{,}9$ cm

$$\frac{1}{32} = \frac{1}{64} + \frac{1}{b}, \qquad \frac{0{,}9}{B} = \frac{64}{64}$$

$b = 64$ (cm) $\qquad B = 0{,}9$ (cm)

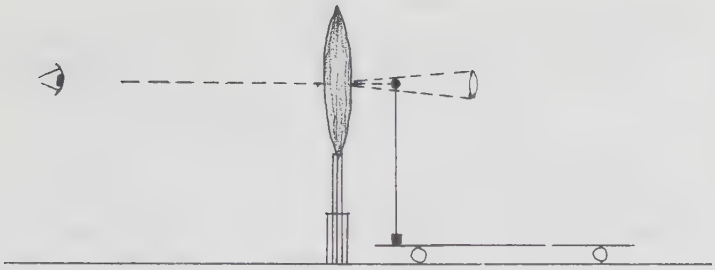
Durch Verschieben des Schlittens kann nun dieses Bild dem Betrachter angenähert oder entfernt werden. Je näher es zum Betrachter gelangt, um so mehr wird das Konvergenzvermögen beansprucht bis zu dem Punkt, an dem beide Augen das Bild nicht mehr fusionieren können. Das Bild wird doppelt. Dabei verschwindet bei Abdeckung eines Auges das gegenseitige Bild. Dies ist der Punkt, an dem die größtmögliche Fusion in konvergenter Richtung erzielt wird. Die Winkelberechnung ergibt sich aus folgender Zeichnung; für die Berechnung wurde dabei PD/2 = 3 cm als Durchschnittswert für alle Versuchspersonen genommen.



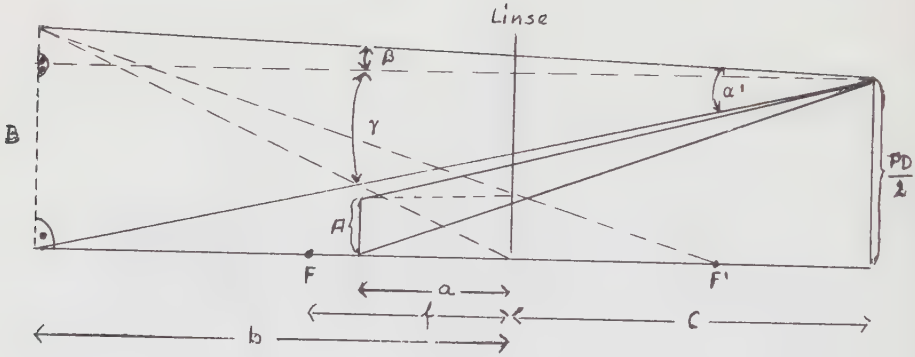

$$\boxed{tg\alpha' = \frac{\frac{PD}{2} + B}{c - b};}$$

Fusionswinkel $\alpha = 2 \cdot \alpha'$

b) Divergenz



Für die Divergenzmessung wird die Linse im festen Abstand von 46 cm belassen. Nur das Objekt (KugelØ = 0,9 cm) wird auf dem Wagen befestigt und innerhalb der einfachen Brennweite verschoben. Dabei entsteht ein virtuelles aufrechtes Bild vor der Linse. Je weiter das Objekt sich von der Linse entfernt, um so größer wird dabei das Bild (Lupenwirkung). Bei einem gewissen Punkt ist das Auge nicht mehr fähig, das Bild zu fusionieren, und es wird doppelt. Dieser Punkt wird wieder als Meßpunkt für die Fusion in divergenter Richtung benutzt. Bei Abdeckung eines Auges verschwindet dabei das gleichseitige Bild. Für die Berechnung des Winkels wird PD/2 = 3 cm als Durchschnittswert für alle Versuchspersonen genommen.




$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f};$$

$$b = \frac{a \cdot f}{a-f};$$

$$\frac{B}{A} = \frac{b}{a};$$

$$B = \frac{f \cdot A}{a-f};$$

$$tg\beta = \frac{B - \frac{PD}{2}}{b + c}; \quad \text{für } B > \frac{PD}{2}$$

$$tg\beta = \frac{\frac{PD}{2} - B}{b + c}; \quad \text{für } B < \frac{PD}{2}$$

$$tg\gamma = \frac{\frac{PD}{2}}{b + c};$$

$$\alpha' = \beta + \gamma,$$

$$\alpha = 2 \cdot \alpha'$$

## 4. Vorgehen bei der Messung

Die Untersuchungen wurden an normalsichtigen Personen verschiedenen Alters durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, daß sich bei Annäherung des Objektes an die Versuchsperson andere Werte ergeben als bei Entfernung des Objektes bzw. des Schlittens. So wurden bei jeder Person 40 Meßwerte erzielt, jeweils 10 Meßwerte für Annäherung (VF) und Entfernung (VN) bei Konvergenz. Der Schlitten wurde dabei mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 m/10 sec bewegt.

Gemessen wurde jeweils von der Versuchsperson zum Anfang des Schlittens, also im Konvergenzversuch Versuchsperson - Linse, im Divergenzversuch Versuchsperson - Objekt. Die Versuchsperson stützte sich dabei an einer Kopfleiste ab, damit sich keine allzu großen Ungenauigkeiten zwischen gemessenem und errechnetem Abstand ergaben.

Für die Berechnung des Winkels wurde der Mittelwert aus 10 Messungen benutzt.

## 5. Ergebnisse und Vergleich mit den anderen Methoden

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STAHL,CH. | 6 | VN | 195.10 | 198.20 | 195.60 | 189.00 | 177.50 | 189.00 | 193.90 | 200.10 | 203.50 | 189.00 |
| STAHL,CH. | 6 | VF | 135.00 | 168.00 | 135.10 | 142.10 | 142.60 | 141.10 | 150.00 | 152.00 | 107.00 | 116.00 |
| HERMENAU,B. | 7 | VF | 133.00 | 134.00 | 122.20 | 115.30 | 129.20 | 139.50 | 131.80 | 140.00 | 139.90 | 132.30 |
| HERMENAU,B. | 7 | VN | 125.10 | 130.00 | 132.60 | 121.60 | 106.60 | 101.20 | 108.70 | 96.00 | 91.00 | 95.00 |
| STAHL,PA. | 7 | VF | 84.60 | 71.00 | 102.00 | 92.50 | 86.50 | 87.70 | 93.00 | 101.20 | 98.00 | 108.90 |
| STAHL,PA. | 7 | VN | 108.50 | 125.50 | 134.50 | 120.60 | 117.80 | 120.00 | 114.60 | 111.00 | 104.20 | 103.00 |
| STELZIG,H. | 7 | VF | 119.70 | 138.10 | 134.30 | 150.30 | 169.90 | 176.90 | 116.30 | 100.00 | 115.10 | 147.50 |
| STELZIG,H. | 7 | VN | 135.00 | 137.30 | 127.00 | 131.50 | 124.00 | 143.20 | 136.00 | 134.00 | 145.10 | 121.50 |
| ROEHRL,J. | 14 | VF | 71.00 | 74.20 | 119.60 | 123.60 | 72.00 | 85.50 | 86.50 | 87.00 | 110.00 | 83.00 |
| ROEHRL,J. | 14 | VN | 130.50 | 114.10 | 121.80 | 99.90 | 94.30 | 113.10 | 97.00 | 97.80 | 109.90 | 97.60 |
| RASCON,M. | 18 | VF | 87.10 | 78.30 | 63.80 | 70.00 | 80.00 | 68.80 | 65.50 | 62.90 | 75.40 | 70.50 |
| RASCON,M. | 18 | VN | 114.30 | 124.50 | 114.50 | 132.50 | 136.30 | 150.00 | 136.00 | 135.90 | 133.20 | 137.30 |
| ZENGER,R. | 19 | VF | 122.40 | 130.30 | 113.50 | 122.00 | 116.80 | 108.70 | 110.00 | 124.20 | 123.90 | 105.00 |
| ZENGER,R. | 19 | VN | 99.10 | 92.30 | 93.30 | 84.20 | 94.00 | 90.50 | 95.20 | 93.90 | 92.30 | 89.50 |
| HEIDLICH | 20 | VF | 78.50 | 70.00 | 76.30 | 60.80 | 69.00 | 65.80 | 67.10 | 69.00 | 61.50 | 60.80 |
| HEIDLICH | 20 | VN | 72.50 | 77.20 | 70.00 | 77.30 | 75.00 | 73.80 | 70.00 | 72.00 | 78.00 | 74.90 |
| GASSNER,W. | 20 | VF | 169.00 | 162.20 | 153.60 | 161.50 | 160.10 | 164.30 | 145.30 | 149.10 | 156.50 | 154.70 |
| GASSNER,W. | 20 | VN | 126.10 | 92.50 | 78.30 | 79.50 | 75.90 | 71.90 | 74.10 | 79.50 | 75.10 | 86.50 |
| BRANDL,O. | 20 | VF | 187.30 | 193.20 | 201.00 | 200.60 | 189.00 | 187.60 | 197.30 | 193.10 | 199.40 | 192.30 |
| BRANDL,O. | 20 | VN | 187.30 | 142.00 | 185.00 | 181.10 | 157.60 | 153.00 | 178.70 | 180.60 | 190.10 | 175.50 |
| KRAUS | 22 | VF | 70.00 | 68.20 | 70.50 | 76.20 | 70.00 | 70.30 | 71.60 | 70.20 | 71.20 | 71.30 |
| KRAUS | 22 | VN | 68.50 | 72.80 | 76.50 | 83.70 | 80.30 | 83.10 | 82.00 | 85.00 | 86.10 | 84.10 |
| TITZE,G. | 22 | VF | 86.50 | 93.00 | 95.40 | 93.20 | 95.20 | 96.70 | 94.30 | 96.00 | 97.10 | 96.30 |
| TITZE,G. | 22 | VN | 107.80 | 105.40 | 107.00 | 104.50 | 99.90 | 102.20 | 105.00 | 101.10 | 102.80 | 104.90 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VF | 161.60 | 175.00 | 187.40 | 187.70 | 184.50 | 185.80 | 193.60 | 193.00 | 192.20 | 186.70 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VN | 189.60 | 194.40 | 194.10 | 180.50 | 207.20 | 199.60 | 205.60 | 203.50 | 216.30 | 200.90 |
| KRUG,H. | 24 | VF | 136.00 | 121.10 | 141.60 | 129.10 | 121.20 | 141.30 | 75.08 | 102.70 | 99.10 | 126.80 |
| KRUG,H. | 24 | VN | 166.40 | 135.30 | 134.90 | 140.30 | 142.70 | 156.10 | 144.30 | 148.90 | 130.30 | 135.00 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VF | 184.70 | 169.20 | 174.60 | 188.00 | 186.50 | 193.00 | 184.00 | 181.70 | 177.80 | 173.30 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VN | 189.10 | 188.80 | 198.50 | 181.70 | 185.50 | 202.80 | 195.00 | 194.00 | 180.30 | 188.60 |

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STAHL.PE. | 24 | VF | 113.00 | 120.50 | 99.30 | 102.00 | 163.80 | 121.20 | 120.40 | 123.80 | 118.50 | 132.40 |
| STAHL.PE. | 24 | VN | 135.50 | 117.00 | 127.10 | 133.40 | 130.80 | 143.30 | 154.50 | 140.50 | 147.00 | 140.40 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VF | 132.00 | 124.10 | 163.20 | 102.40 | 114.20 | 113.10 | 98.20 | 119.60 | 86.00 | 121.40 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VN | 168.30 | 165.80 | 191.60 | 179.30 | 188.20 | 164.40 | 170.90 | 154.30 | 165.60 | 150.90 |
| GAMPERL,K. | 26 | VF | 115.10 | 95.00 | 109.20 | 133.00 | 129.40 | 114.40 | 136.30 | 147.90 | 123.20 | 139.90 |
| GAMPERL,K. | 26 | VN | 169.10 | 171.20 | 173.40 | 178.20 | 175.20 | 123.30 | 116.60 | 125.20 | 103.10 | 127.20 |
| SPITZER,H. | 26 | VF | 111.20 | 112.30 | 119.50 | 127.30 | 142.50 | 143.30 | 155.20 | 151.80 | 147.80 | 159.90 |
| SPITZER,H. | 26 | VN | 114.30 | 120.00 | 115.30 | 121.20 | 125.20 | 126.70 | 136.00 | 161.70 | 146.80 | 153.10 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VF | 184.50 | 187.60 | 191.00 | 187.20 | 191.60 | 183.20 | 189.20 | 191.90 | 174.50 | 179.90 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VN | 189.00 | 156.20 | 165.20 | 153.30 | 157.20 | 132.60 | 128.30 | 130.50 | 128.00 | 126.00 |
| STAHL,H. | 29 | VF | 68.00 | 91.00 | 56.00 | 75.00 | 93.00 | 59.00 | 95.00 | 56.00 | 91.00 | 60.00 |
| STAHL,H. | 29 | VN | 123.50 | 108.00 | 102.00 | 104.00 | 98.10 | 103.20 | 98.00 | 91.00 | 92.00 | 95.00 |
| DECKER,L. | 31 | VF | 91.80 | 98.30 | 98.40 | 96.70 | 95.10 | 113.60 | 72.50 | 110.50 | 85.70 | 75.10 |
| DECKER,L. | 31 | VN | 205.00 | 141.60 | 190.70 | 188.30 | 167.80 | 174.90 | 176.10 | 137.20 | 110.20 | 182.00 |
| STAHL,R. | 33 | VF | 139.60 | 155.00 | 125.60 | 130.00 | 140.10 | 146.50 | 146.30 | 144.20 | 143.10 | 136.60 |
| STAHL,R. | 33 | VN | 173.10 | 156.90 | 171.70 | 163.90 | 149.60 | 151.10 | 145.90 | 149.60 | 141.60 | 135.60 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VF | 182.50 | 182.70 | 186.50 | 170.80 | 179.40 | 186.90 | 196.60 | 175.50 | 157.70 | 184.20 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VN | 220.10 | 213.60 | 210.60 | 211.70 | 211.50 | 210.50 | 203.40 | 205.80 | 220.00 | 201.60 |
| HENSOLD,T. | 47 | VF | 76.00 | 74.50 | 72.00 | 76.80 | 67.00 | 72.00 | 66.80 | 66.50 | 70.00 | 77.00 |
| HENSOLD,T. | 47 | VN | 96.00 | 84.00 | 88.00 | 87.00 | 84.50 | 86.30 | 104.10 | 115.10 | 106.00 | 105.30 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VF | 77.20 | 75.20 | 72.20 | 71.20 | 76.00 | 80.10 | 79.20 | 81.00 | 79.40 | 77.10 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VN | 122.10 | 117.00 | 103.30 | 98.10 | 93.10 | 93.10 | 87.00 | 84.20 | 80.90 | 83.10 |
| GRUEBL,I. | 47 | VF | 156.50 | 170.00 | 155.60 | 137.10 | 146.20 | 140.20 | 136.70 | 140.10 | 133.60 | 152.00 |
| GRUEBL,I. | 47 | VN | 145.20 | 142.00 | 141.60 | 133.10 | 131.60 | 120.20 | 96.10 | 99.70 | 101.10 | 102.00 |
| BRANDL,M. | 52 | VF | 134.90 | 122.00 | 121.60 | 129.20 | 128.30 | 114.50 | 126.60 | 129.30 | 129.70 | 119.10 |
| BRANDL,M. | 52 | VN | 158.50 | 155.70 | 153.00 | 154.10 | 152.20 | 159.40 | 166.20 | 166.00 | 169.90 | 168.90 |
| ISLINGER,J. | 52 | VF | 83.00 | 107.20 | 85.20 | 81.30 | 99.20 | 101.30 | 90.20 | 123.20 | 82.00 | 73.60 |
| ISLINGER,J. | 52 | VN | 169.80 | 211.20 | 167.30 | 165.00 | 165.30 | 153.20 | 128.60 | 186.30 | 204.60 | 123.10 |
| STAHL,P. | 62 | VF | 121.60 | 125.90 | 119.10 | 122.00 | 125.90 | 131.70 | 131.20 | 135.10 | 137.50 | 134.60 |
| STAHL,P. | 62 | VN | 162.00 | 150.00 | 145.50 | 143.50 | 143.10 | 137.40 | 140.00 | 137.60 | 134.30 | 130.90 |

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SCHMAUS,A. | 63 | VF | 68.50 | 70.00 | 72.10 | 75.10 | 67.00 | 75.00 | 73.00 | 77.00 | 73.00 | 70.00 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VN | 64.50 | 70.00 | 67.00 | 86.50 | 85.50 | 85.60 | 83.10 | 80.00 | 84.10 | 77.10 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

MITTELWERT ALLER GEMESSENEN FUSIONSWINKEL: MESSREIHE VN: 10 GRAD 4 MIN 34SEC

MESSREIHE VF: 18 GRAD 21 MIN 22SEC

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| STAHL,CH. | 6 | VN | 193.09 | 186.11 - 200.07 | 3 | 27 | 39 | -6 | 36 | 54 |
| STAHL,CH. | 6 | VF | 138.89 | 122.33 - 155.45 | 5 | 57 | 43 | -12 | 23 | 38 |
| HERMENAU,B. | 7 | VF | 131.72 | 124.17 - 139.27 | 6 | 35 | 31 | -11 | 45 | 50 |
| HERMENAU,B. | 7 | VN | 110.78 | 96.15 - 125.41 | 9 | 31 | 52 | - 0 | 32 | 41 |
| STAHL,PA. | 7 | VF | 92.54 | 82.30 - 102.78 | 15 | 33 | 45 | -2 | 47 | 37 |
| STAHL,PA. | 7 | VN | 115.97 | 106.67 - 125.27 | 8 | 34 | 59 | -1 | 29 | 34 |
| STELZIG,H. | 7 | VF | 136.81 | 113.26 - 160.36 | 6 | 7 | 55 | -12 | 13 | 26 |
| STELZIG,H. | 7 | VN | 133.46 | 126.16 - 140.76 | 6 | 25 | 38 | -3 | 38 | 56 |
| ROEHRL,J. | 14 | VF | 91.24 | 72.76 - 109.72 | 16 | 17 | 43 | -2 | 3 | 38 |
| ROEHRL,J. | 14 | VN | 107.60 | 95.99 - 119.21 | 10 | 13 | 22 | 0 | 8 | 48 |
| RASCON,M. | 18 | VF | 72.23 | 64.80 - 79.66 | 50 | 42 | 37 | 32 | 21 | 15 |
| RASCON,M. | 18 | VN | 131.45 | 121.08 - 141.82 | 6 | 37 | 6 | -3 | 27 | 28 |
| ZENGER,R. | 19 | VF | 117.68 | 109.93 - 125.43 | 8 | 18 | 38 | -10 | 2 | 43 |
| ZENGER,R. | 19 | VN | 92.43 | 88.72 - 96.14 | 15 | 37 | 19 | 5 | 32 | 45 |
| HEIDLICH | 20 | VF | 67.88 | 62.08 - 73.68 | 90 | 17 | 44 | 71 | 56 | 21 |
| HEIDLICH | 20 | VN | 74.07 | 71.29 - 76.85 | 42 | 20 | 30 | 32 | 15 | 56 |
| GASSNER,W. | 20 | VF | 157.63 | 150.80 - 164.46 | 4 | 46 | 13 | -13 | 35 | 9 |
| GASSNER,W. | 20 | VN | 83.94 | 68.73 - 99.15 | 22 | 7 | 59 | 12 | 3 | 25 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| BRANDL,O. | 20 | VF | 194.08 | 189.10 - 199.06 | 3 | 26 | 4 | -14 | 55 | 17 |
| BRANDL,O. | 20 | VN | 173.09 | 157.59 - 188.59 | 4 | 5 | 41 | -5 | 58 | 52 |
| KRAUS | 22 | VF | 70.95 | 68.98 - 72.92 | 58 | 35 | 54 | 40 | 14 | 32 |
| KRAUS | 22 | VN | 80.21 | 74.71 - 85.71 | 27 | 3 | 20 | 16 | 58 | 46 |
| TITZE,G. | 22 | VF | 94.37 | 91.43 - 97.31 | 14 | 38 | 7 | -3 | 43 | 15 |
| TITZE,G. | 22 | VN | 104.06 | 101.67 - 106.45 | 11 | 7 | 15 | 1 | 2 | 40 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VF | 184.75 | 175.51 - 193.99 | 3 | 41 | 59 | -14 | 39 | 23 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VN | 199.17 | 189.63 - 208.71 | 3 | 18 | 19 | -6 | 46 | 15 |
| KRUG,H. | 24 | VF | 119.40 | 99.25 - 139.54 | 8 | 3 | 14 | -10 | 18 | 8 |
| KRUG,H. | 24 | VN | 143.42 | 132.88 - 153.96 | 5 | 37 | 21 | -4 | 27 | 12 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VF | 181.28 | 174.24 - 188.32 | 3 | 48 | 33 | -14 | 32 | 49 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VN | 190.43 | 183.63 - 197.23 | 3 | 32 | 1 | -6 | 32 | 32 |
| STAHL.PE. | 24 | VF | 121.49 | 104.55 - 138.43 | 7 | 45 | 42 | -10 | 35 | 39 |
| STAHL.PE. | 24 | VN | 136.95 | 126.84 - 147.06 | 6 | 7 | 13 | -3 | 57 | 20 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VF | 117.42 | 97.46 - 137.38 | 8 | 21 | 3 | -10 | 0 | 18 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VN | 169.93 | 157.41 - 182.45 | 4 | 13 | 1 | -5 | 51 | 33 |
| GAMPERL,K. | 26 | VF | 124.34 | 109.12 - 139.56 | 7 | 23 | 46 | -10 | 57 | 36 |
| GAMPERL,K. | 26 | VN | 146.25 | 118.30 - 174.20 | 5 | 25 | 46 | -4 | 38 | 48 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| SPITZER,H. | 26 | VF | 137.08 | 119.94 - 154.22 | 6 | 6 | 34 | -12 | 14 | 48 |
| SPITZER,H. | 26 | VN | 132.03 | 116.25 - 147.81 | 6 | 33 | 43 | -3 | 30 | 50 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VF | 186.06 | 180.72 - 191.40 | 3 | 39 | 36 | -14 | 41 | 45 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VN | 146.63 | 126.75 - 166.51 | 5 | 24 | 16 | -4 | 40 | 17 |
| STAHL,H. | 29 | VF | 74.40 | 58.64 - 90.16 | 41 | 6 | 43 | 22 | 45 | 21 |
| STAHL,H. | 29 | VN | 101.48 | 92.52 - 110.44 | 11 | 52 | 52 | 1 | 48 | 17 |
| DECKER,L. | 31 | VF | 93.77 | 81.14 - 106.40 | 14 | 55 | 37 | -3 | 25 | 45 |
| DECKER,L. | 31 | VN | 167.38 | 139.83 - 194.93 | 4 | 19 | 15 | -5 | 45 | 18 |
| STAHL,R. | 33 | VF | 140.70 | 132.65 - 148.75 | 5 | 49 | 18 | -12 | 32 | 4 |
| STAHL,R. | 33 | VN | 153.90 | 142.11 - 165.69 | 4 | 58 | 4 | -5 | 6 | 29 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VF | 180.28 | 170.29 - 190.27 | 3 | 50 | 30 | -14 | 30 | 51 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VN | 210.88 | 205.01 - 216.75 | 3 | 2 | 31 | -7 | 2 | 3 |
| HENSOLD,T. | 47 | VF | 71.86 | 67.91 - 75.81 | 52 | 46 | 47 | 34 | 25 | 25 |
| HENSOLD,T. | 47 | VN | 95.63 | 85.00 - 106.26 | 14 | 3 | 29 | 3 | 58 | 55 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VF | 76.86 | 73.75 - 79.97 | 33 | 44 | 30 | 15 | 23 | 7 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VN | 96.19 | 82.73 - 109.65 | 13 | 48 | 57 | 3 | 44 | 23 |
| GRUEBL,I. | 47 | VF | 146.80 | 135.86 - 157.74 | 5 | 23 | 36 | -12 | 57 | 45 |
| GRUEBL,I. | 47 | VN | 121.26 | 102.44 - 140.08 | 7 | 47 | 34 | -2 | 16 | 59 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE KONVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| BRANDL,M. | 52 | VF | 125.52 | 119.75 - 131.29 | 7 | 15 | 16 | -11 | 6 | 5 |
| BRANDL,M. | 52 | VN | 160.39 | 153.94 - 166.84 | 4 | 38 | 2 | -5 | 26 | 32 |
| ISLINGER,J. | 52 | VF | 92.62 | 78.40 - 106.84 | 15 | 31 | 10 | -2 | 50 | 11 |
| ISLINGER,J. | 52 | VN | 167.44 | 140.34 - 194.54 | 4 | 19 | 6 | -5 | 45 | 27 |
| STAHL,P. | 62 | VF | 128.46 | 122.37 - 134.55 | 6 | 55 | 28 | -11 | 25 | 53 |
| STAHL,P. | 62 | VN | 142.43 | 134.03 - 150.83 | 5 | 41 | 36 | -4 | 22 | 57 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VF | 72.07 | 69.06 - 75.08 | 51 | 35 | 10 | 33 | 13 | 48 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VN | 78.34 | 70.46 - 86.22 | 30 | 25 | 45 | 20 | 21 | 10 |

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STAHL,CH. | 6 | VF | 14.00 | 18.00 | 16.00 | 15.00 | 13.70 | 13.80 | 16.40 | 14.40 | 13.70 | 15.00 |
| STAHL,CH. | 6 | VN | 18.00 | 18.60 | 19.00 | 19.20 | 19.20 | 16.90 | 17.00 | 19.60 | 19.50 | 17.80 |
| HERMENAU,B. | 7 | VF | 13.40 | 14.20 | 14.30 | 14.40 | 13.60 | 13.00 | 12.20 | 10.80 | 11.80 | 11.40 |
| HERMENAU,B. | 7 | VN | 17.00 | 16.30 | 16.40 | 17.10 | 17.70 | 17.20 | 17.60 | 17.00 | 16.70 | 17.60 |
| STAHL,PA. | 7 | VF | 14.40 | 15.00 | 15.20 | 14.90 | 14.80 | 15.70 | 14.70 | 14.50 | 14.60 | 14.50 |
| STAHL,PA. | 7 | VN | 17.00 | 16.70 | 17.00 | 16.40 | 15.70 | 16.20 | 15.10 | 15.80 | 15.80 | 15.90 |
| STELZIG,H. | 7 | VF | 18.00 | 18.70 | 19.20 | 19.10 | 19.30 | 19.00 | 18.90 | 19.00 | 19.00 | 18.90 |
| STELZIG,H. | 7 | VN | 20.70 | 21.20 | 21.10 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.10 | 21.40 | 21.30 | 21.50 |
| ROEHRL,J. | 14 | VF | 17.80 | 18.40 | 18.90 | 19.00 | 18.90 | 18.80 | 18.60 | 19.40 | 18.90 | 18.70 |
| ROEHRL,J. | 14 | VN | 21.20 | 20.90 | 21.00 | 21.20 | 21.60 | 20.70 | 19.80 | 20.40 | 20.60 | 20.90 |
| RASCON,M. | 18 | VF | 15.50 | 16.00 | 15.30 | 15.40 | 15.10 | 15.00 | 15.30 | 15.40 | 15.00 | 14.90 |
| RASCON,M. | 18 | VN | 20.20 | 20.00 | 20.30 | 19.70 | 19.70 | 20.00 | 19.90 | 20.60 | 20.80 | 21.20 |
| ZENGER,R. | 19 | VF | 17.50 | 16.80 | 17.10 | 16.50 | 17.10 | 16.70 | 16.20 | 15.90 | 16.10 | 16.00 |
| ZENGER,R. | 19 | VN | 18.50 | 18.70 | 17.50 | 18.60 | 18.00 | 17.80 | 17.80 | 17.60 | 18.60 | 18.00 |
| HEIDLICH | 20 | VF | 16.10 | 15.40 | 16.10 | 16.70 | 16.40 | 16.60 | 16.20 | 16.90 | 17.00 | 17.00 |
| HEIDLICH | 20 | VN | 20.00 | 20.30 | 20.80 | 21.10 | 21.20 | 18.70 | 18.80 | 19.10 | 19.00 | 20.10 |
| GASSNER,W. | 20 | VF | 11.70 | 11.30 | 9.90 | 10.80 | 11.20 | 11.70 | 9.80 | 11.90 | 12.00 | 10.70 |
| GASSNER,W. | 20 | VN | 14.70 | 13.60 | 14.20 | 14.40 | 13.60 | 13.30 | 13.30 | 13.60 | 12.70 | 12.80 |
| BRANDL,O. | 20 | VF | 15.90 | 16.60 | 17.00 | 16.50 | 16.50 | 16.60 | 16.90 | 17.60 | 16.90 | 17.50 |
| BRANDL,O. | 20 | VN | 19.20 | 19.60 | 18.70 | 18.80 | 18.90 | 18.20 | 18.00 | 19.60 | 19.80 | 19.60 |
| KRAUS | 22 | VF | 17.40 | 17.30 | 17.10 | 17.30 | 17.20 | 17.50 | 17.70 | 17.30 | 16.00 | 16.40 |
| KRAUS | 22 | VN | 20.50 | 21.50 | 21.60 | 21.40 | 21.70 | 21.10 | 20.70 | 20.80 | 21.10 | 21.00 |
| TITZE,G. | 22 | VF | 17.50 | 17.60 | 17.20 | 17.80 | 17.70 | 18.00 | 17.70 | 19.00 | 19.00 | 18.40 |
| TITZE,G. | 22 | VN | 22.80 | 23.80 | 23.70 | 23.80 | 23.90 | 24.00 | 24.20 | 24.60 | 24.30 | 24.70 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VF | 17.80 | 17.60 | 18.00 | 17.90 | 17.40 | 17.30 | 17.80 | 17.50 | 17.70 | 17.50 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VN | 19.30 | 19.50 | 20.00 | 19.50 | 19.40 | 19.40 | 19.20 | 19.00 | 19.50 | 20.00 |
| KRUG,H. | 24 | VF | 17.80 | 18.20 | 17.90 | 16.80 | 15.10 | 14.80 | 14.10 | 13.40 | 12.50 | 12.40 |
| KRUG,H. | 24 | VN | 20.40 | 20.50 | 20.90 | 21.60 | 22.60 | 23.00 | 22.70 | 23.10 | 23.00 | 24.20 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VF | 13.90 | 13.90 | 14.20 | 14.30 | 14.70 | 13.90 | 13.80 | 13.60 | 13.90 | 13.40 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VN | 17.60 | 16.20 | 17.20 | 16.90 | 17.00 | 17.50 | 16.00 | 18.80 | 18.00 | 17.80 |

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STAHL.PE. | 24 | VF | 11.00 | 16.00 | 16.40 | 15.70 | 15.60 | 15.40 | 16.20 | 15.80 | 15.40 | 16.00 |
| STAHL.PE. | 24 | VN | 19.00 | 17.10 | 18.10 | 19.50 | 18.50 | 18.50 | 19.00 | 18.90 | 18.20 | 18.60 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VF | 17.20 | 16.80 | 17.10 | 17.30 | 17.40 | 18.20 | 17.80 | 17.60 | 17.70 | 16.60 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VN | 19.80 | 20.10 | 19.70 | 19.50 | 19.40 | 19.60 | 20.00 | 19.60 | 19.80 | 19.80 |
| GAMPERL,K. | 26 | VF | 13. 0 | 13.50 | 13.60 | 12.60 | 13.00 | 14.20 | 13.40 | 13.80 | 13.50 | 13.30 |
| GAMPERL,K. | 26 | VN | 14.70 | 13.60 | 13.70 | 13.60 | 13.60 | 14.00 | 14.20 | 13.90 | 13.80 | 14.30 |
| SPITZER,H. | 26 | VF | 20.00 | 19.60 | 19.20 | 19.20 | 19.10 | 19.00 | 19.20 | 20.00 | 19.40 | 19.70 |
| SPITZER,H. | 26 | VN | 21.50 | 20.90 | 21.40 | 21.00 | 21.10 | 20.70 | 21.10 | 21.40 | 21.20 | 21.00 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VF | 12.90 | 12.50 | 12.10 | 12.80 | 13.10 | 12.80 | 12.40 | 12.10 | 12.90 | 12.50 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VN | 13.50 | 13.00 | 12.90 | 13.20 | 13.40 | 14.20 | 13.70 | 13.50 | 13.50 | 13.30 |
| STAHL,H. | 29 | VF | 16.40 | 18.60 | 18.80 | 18.60 | 18.50 | 17.80 | 17.00 | 18.40 | 18.00 | 17.90 |
| STAHL,H. | 29 | VN | 21.00 | 21.10 | 20.90 | 20.60 | 20.90 | 20.80 | 20.00 | 20.20 | 20.30 | 20.30 |
| DECKER,L. | 31 | VF | 16.80 | 17.20 | 16.50 | 16.90 | 16.60 | 17.30 | 17.30 | 17.20 | 17.00 | 17.20 |
| DECKER,L. | 31 | VN | 18.20 | 18.30 | 18.60 | 18.70 | 18.50 | 18.80 | 19.20 | 18.80 | 17.50 | 18.60 |
| STAHL,R. | 33 | VF | 13.20 | 14.30 | 14.40 | 14.10 | 14.10 | 14.20 | 14.60 | 15.30 | 15.70 | 15.20 |
| STAHL,R. | 33 | VN | 17.90 | 18.00 | 17.80 | 18.00 | 17.50 | 17.60 | 18.00 | 18.00 | 17.90 | 17.80 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VF | 20.80 | 17.70 | 18.20 | 18.10 | 17.80 | 19.00 | 19.20 | 18.90 | 18.80 | 18.10 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VN | 19.50 | 20.20 | 20.00 | 20.10 | 19.80 | 19.60 | 20.20 | 20.30 | 20.70 | 20.80 |
| HENSOLD,T. | 47 | VF | 18.90 | 19.80 | 19.40 | 20.00 | 19.70 | 19.20 | 19.50 | 19.40 | 19.40 | 19.00 |
| HENSOLD,T. | 47 | VN | 21.00 | 21.60 | 21.20 | 20.90 | 20.80 | 20.70 | 20.20 | 20.50 | 20.50 | 21.30 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VF | 13.90 | 13.90 | 14.00 | 12.90 | 14.30 | 14.20 | 14.10 | 14.10 | 16.00 | 12.80 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VN | 17.70 | 17.60 | 17.50 | 18.20 | 18.00 | 17.30 | 17.80 | 17.90 | 18.10 | 18.10 |
| GRUEBL,I. | 47 | VF | 17.70 | 16.50 | 17.70 | 18.00 | 16.50 | 16.40 | 15.90 | 14.90 | 14.80 | 16.70 |
| GRUEBL,I. | 47 | VN | 18.00 | 18.00 | 19.00 | 18.70 | 18.80 | 18.80 | 18.80 | 17.40 | 18.20 | 19.00 |
| BRANDL,M. | 52 | VF | 19.50 | 19.30 | 19.60 | 19.20 | 18.80 | 19.00 | 20.00 | 19.50 | 18.80 | 19.00 |
| BRANDL,M. | 52 | VN | 19.50 | 20.00 | 20.00 | 19.70 | 20.00 | 19.90 | 20.10 | 20.50 | 20.60 | 19.80 |
| ISLINGER,J. | 52 | VF | 18.40 | 18.80 | 19.00 | 18.90 | 18.20 | 19.00 | 18.10 | 18.80 | 19.10 | 18.90 |
| ISLINGER,J. | 52 | VN | 20.60 | 20.70 | 20.40 | 20.30 | 20.20 | 20.70 | 21.10 | 21.00 | 20.80 | 20.90 |
| STAHL,P. | 62 | VF | 10.70 | 10.00 | 10.20 | 9.90 | 9.00 | 8.00 | 8.70 | 7.90 | 7.00 | 6.70 |
| STAHL,P. | 62 | VN | 13.10 | 11.90 | 11.50 | 12.40 | 12.50 | 11.10 | 11.30 | 11.60 | 11.70 | 11.70 |

LISTE DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT | ALTER | TYP | MESSWERTE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SCHMAUS,A. | 63 | VF | 8.70 | 10.00 | 9.30 | 10.70 | 10.40 | 9.80 | 11.20 | 9.10 | 8.80 | 9.10 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VN | 17.80 | 17.60 | 16.90 | 17.50 | 16.80 | 17.20 | 16.60 | 17.30 | 17.00 | 17.20 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

MITTELWERT ALLER GEMESSENEN FUSIONSWINKEL: MESSREIHE VN: 2 GRAD 43 MIN 40SEC

MESSREIHE VF: 2 GRAD 38 MIN 25SEC

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| STAHL,CH. | 6 | VF | 15.00 | 13.65 - 16.35 | 2 | 36 | 45 | - 0 | 1 | 39 |
| STAHL,CH. | 6 | VN | 18.48 | 17.53 - 19.43 | 2 | 43 | 7 | - 0 | 0 | 33 |
| HERMENAU,B. | 7 | VF | 12.91 | 11.68 - 14.14 | 2 | 33 | 10 | - 0 | 5 | 15 |
| HERMENAU,B. | 7 | VN | 17.06 | 16.59 - 17.53 | 2 | 40 | 28 | - 0 | 3 | 12 |
| STAHL,PA. | 7 | VF | 14.83 | 14.46 - 15.20 | 2 | 36 | 28 | - 0 | 1 | 57 |
| STAHL,PA. | 7 | VN | 16.16 | 15.57 - 16.75 | 2 | 38 | 49 | - 0 | 4 | 50 |
| STELZIG,H. | 7 | VF | 18.91 | 18.57 - 19.25 | 2 | 43 | 56 | 0 | 5 | 30 |
| STELZIG,H. | 7 | VN | 21.13 | 20.91 - 21.35 | 2 | 48 | 18 | 0 | 4 | 37 |
| ROEHRL,J. | 14 | VF | 18.74 | 18.34 - 19.14 | 2 | 43 | 37 | 0 | 5 | 11 |
| ROEHRL,J. | 14 | VN | 20.83 | 20.36 - 21.30 | 2 | 47 | 42 | 0 | 4 | 1 |
| RASCON,M. | 18 | VF | 15.29 | 14.99 - 15.59 | 2 | 37 | 16 | - 0 | 1 | 8 |
| RASCON,M. | 18 | VN | 20.24 | 19.77 - 20.71 | 2 | 46 | 31 | 0 | 2 | 51 |
| ZENGER,R. | 19 | VF | 16.59 | 16.08 - 17.10 | 2 | 39 | 36 | 0 | 1 | 11 |
| ZENGER,R. | 19 | VN | 18.11 | 17.68 - 18.54 | 2 | 42 | 25 | - 0 | 1 | 15 |
| HEIDLICH | 20 | VF | 16.44 | 15.96 - 16.92 | 2 | 39 | 20 | 0 | 0 | 54 |
| HEIDLICH | 20 | VN | 19.91 | 19.00 - 20.82 | 2 | 45 | 52 | 0 | 2 | 12 |
| GASSNER,W. | 20 | VF | 11.10 | 10.35 - 11.85 | 2 | 30 | 11 | - 0 | 8 | 14 |
| GASSNER,W. | 20 | VN | 13.62 | 13.00 - 14.24 | 2 | 34 | 22 | - 0 | 9 | 17 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| BRANDL,O. | 20 | VF | 16.80 | 16.32 - 17.28 | 2 | 39 | 59 | 0 | 1 | 33 |
| BRANDL,O. | 20 | VN | 19.04 | 18.45 - 19.63 | 2 | 44 | 11 | 0 | 0 | 30 |
| KRAUS | 22 | VF | 17.12 | 16.63 - 17.61 | 2 | 40 | 34 | 0 | 2 | 9 |
| KRAUS | 22 | VN | 21.14 | 20.76 - 21.52 | 2 | 48 | 19 | 0 | 4 | 38 |
| TITZE,G. | 22 | VF | 17.99 | 17.40 - 18.58 | 2 | 42 | 11 | 0 | 3 | 46 |
| TITZE,G. | 22 | VN | 23.98 | 23.47 - 24.49 | 2 | 54 | 14 | 0 | 10 | 34 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VF | 17.65 | 17.43 - 17.87 | 2 | 41 | 33 | 0 | 3 | 8 |
| WAGENSCHWAN,F. | 23 | VN | 19.48 | 19.18 - 19.78 | 2 | 45 | 2 | 0 | 1 | 21 |
| KRUG,H. | 24 | VF | 15.30 | 13.17 - 17.43 | 2 | 37 | 17 | - 0 | 1 | 7 |
| KRUG,H. | 24 | VN | 22.20 | 20.99 - 23.41 | 2 | 50 | 29 | 0 | 6 | 48 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VF | 13.96 | 13.61 - 14.31 | 2 | 34 | 57 | - 0 | 3 | 28 |
| SCHIMMEL,W. | 24 | VN | 17.30 | 16.51 - 18.09 | 2 | 40 | 54 | - 0 | 2 | 45 |
| STAHL.PE. | 24 | VF | 15.35 | 13.87 - 16.83 | 2 | 37 | 23 | - 0 | 1 | 2 |
| STAHL.PE. | 24 | VN | 18.54 | 17.92 - 19.16 | 2 | 43 | 14 | - 0 | 0 | 26 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VF | 17.37 | 16.92 - 17.82 | 2 | 41 | 2 | 0 | 2 | 36 |
| SCHWARZ,K.H. | 25 | VN | 19.73 | 19.52 - 19.94 | 2 | 45 | 31 | 0 | 1 | 51 |
| GAMPERL,K. | 26 | VF | 13.41 | 13.00 - 13.82 | 2 | 34 | 1 | - 0 | 4 | 24 |
| GAMPERL,K. | 26 | VN | 13.94 | 13.59 - 14.29 | 2 | 34 | 55 | - 0 | 8 | 45 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| SPITZER,H. | 26 | VF | 19.44 | 19.09 - 19.79 | 2 | 44 | 57 | 0 | 6 | 32 |
| SPITZER,H. | 26 | VN | 21.13 | 20.89 - 21.37 | 2 | 48 | 18 | 0 | 4 | 37 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VF | 12.61 | 12.28 - 12.94 | 2 | 32 | 40 | - 0 | 5 | 45 |
| WAGENSCHWAN,M. | 27 | VN | 13.42 | 13.07 - 13.77 | 2 | 34 | 2 | - 0 | 9 | 38 |
| STAHL,H. | 29 | VF | 18.00 | 17.27 - 18.73 | 2 | 42 | 12 | 0 | 3 | 47 |
| STAHL,H. | 29 | VN | 20.61 | 20.25 - 20.97 | 2 | 47 | 15 | 0 | 3 | 35 |
| DECKER,L. | 31 | VF | 17.00 | 16.72 - 17.28 | 2 | 40 | 21 | 0 | 1 | 55 |
| DECKER,L. | 31 | VN | 18.52 | 18.09 - 18.95 | 2 | 43 | 11 | - 0 | 0 | 28 |
| STAHL,R. | 33 | VF | 14.51 | 13.82 - 15.20 | 2 | 35 | 54 | - 0 | 2 | 30 |
| STAHL,R. | 33 | VN | 17.85 | 17.68 - 18.02 | 2 | 41 | 56 | 0 | 1 | 44 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VF | 18.66 | 17.79 - 19.53 | 2 | 43 | 27 | 0 | 5 | 2 |
| SCHWARZMAYER | 33 | VN | 20.12 | 19.72 - 20.52 | 2 | 46 | 17 | 0 | 2 | 37 |
| HENSOLD,T. | 47 | VF | 19.43 | 19.10 - 19.76 | 2 | 44 | 56 | 0 | 6 | 31 |
| HENSOLD,T. | 47 | VN | 20.87 | 20.47 - 21.27 | 2 | 47 | 46 | 0 | 4 | 6 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VF | 14.02 | 13.19 - 14.85 | 2 | 35 | 3 | - 0 | 3 | 21 |
| SCHMIDBAUER,A. | 47 | VN | 17.82 | 17.54 - 18.10 | 2 | 41 | 52 | - 0 | 1 | 47 |
| GRUEBL,I. | 47 | VF | 16.51 | 15.46 - 17.56 | 2 | 39 | 27 | 0 | 1 | 2 |
| GRUEBL,I. | 47 | VN | 18.47 | 17.96 - 18.98 | 2 | 43 | 6 | - 0 | 0 | 34 |

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE - VERSUCHSREIHE DIVERGENZ

| TESTANT: | ALTER | TYP | AR. MITTEL | SIGNIFIKANZ | FUSIONSWINKEL | | | ABWEICHUNG VOM MITTEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | GRAD | MIN | SEC | GRAD | MIN | SEC |
| BRANDL,M. | 52 | VF | 19.27 | 18.90 - 19.64 | 2 | 44 | 38 | 0 | 6 | 12 |
| BRANDL,M. | 52 | VN | 20.01 | 19.69 - 20.33 | 2 | 46 | 4 | 0 | 2 | 24 |
| ISLINGER,J. | 52 | VF | 18.72 | 18.38 - 19.06 | 2 | 43 | 34 | 0 | 5 | 9 |
| ISLINGER,J. | 52 | VN | 20.67 | 20.39 - 20.95 | 2 | 47 | 22 | 0 | 3 | 42 |
| STAHL,P. | 62 | VF | 8.81 | 7.49 - 10.13 | 2 | 26 | 34 | - 0 | 11 | 51 |
| STAHL,P. | 62 | VN | 11.88 | 11.30 - 12.46 | 2 | 31 | 27 | - 0 | 12 | 12 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VF | 9.71 | 8.90 - 10.52 | 2 | 27 | 58 | - 0 | 10 | 27 |
| SCHMAUS,A. | 63 | VN | 17.19 | 16.83 - 17.55 | 2 | 40 | 42 | - 0 | 2 | 57 |

Meßvergleich mit anderen Methoden bei Konvergenz

| | Synoptophor | Prismenleiste | Linse |
|---|---|---|---|
| Krug | 4° | 2° | VF: 8° 3′ 14″ |
| | | | VN: 5° 37′ 21″ |
| Stahl | 5° | 6° | VF: 7° 45′ 42″ |
| | | | VN: 6° 7′ 13″ |
| Schwarz | 4° | 2° | VF: 8° 21′ 3″ |
| | | | VN: 4° 13′ 1″ |
| Spitzer | 4° | 5° | VF: 6° 6′ 34″ |
| | | | VN: 6° 33′ 43″ |
| Hensold | 20° | 6° | VF: 52° 46′ 47″ |
| | | | VN: 14° 3′ 29″ |
| Stelzig | 5° | 6° | VF: 6° 7′ 55″ |
| | | | VN: 6° 25′ 38″ |
| Rascon | 19° | 18° | VF: 50° 42′ 37″ |
| | | | VN: 6° 37′ 6″ |
| Zenger | 5° | 7° | VF: 8° 18′ 38″ |
| | | | VN: 15° 37′ 19″ |
| Heidlich | 19° | 20° | VF: 90° 17′ 44″ |
| | | | VN: 42° 20′ 30″ |
| Kraus | 19° | 15° | VF: 58° 35′ 54″ |
| | | | VN: 27° 3′ 20″ |

Meßvergleich mit anderen Methoden bei Divergenz

| | Synoptophor | Prismenleiste | Linse | |
|---|---|---|---|---|
| Krug | 3° | 6° | VF: | 2° 37′ 17″ |
| | | | VN: | 2° 50′ 29″ |
| Stahl | 4° | 2° | VF: | 2° 37′ 23″ |
| | | | VN: | 2° 32′ 14″ |
| Schwarz | 4° | 4° | VF: | 2° 41′ 2″ |
| | | | VN: | 2° 45′ 31″ |
| Spitzer | 6° | 6° | VF: | 2° 44′ 57″ |
| | | | VN: | 2° 48′ 18″ |
| Hensold | 4° | 1° | VF: | 2° 44′ 56″ |
| | | | VN: | 2° 47′ 46″ |
| Stelzig | 4° | 2° | VF: | 2° 43′ 46″ |
| | | | VN: | 2° 48′ 18″ |
| Rascon | 5° | 3° | VF: | 2° 37′ 16″ |
| | | | VN: | 2° 46′ 31″ |
| Zenger | 4° | 6° | VF: | 2° 39′ 36″ |
| | | | VN: | 2° 42′ 25″ |
| Heidlich | 2° | 3° | VF: | 2° 30′ 20″ |
| | | | VN: | 2° 45′ 52″ |
| Kraus | 4° | 4,5° | VF: | 2° 40′ 34″ |
| | | | VN: | 2° 48′ 39″ |

## C Diskussion der Versuchsergebnisse

Bei den 31 getesteten Versuchspersonen, bei denen die Fusionsbreite für die Divergenz in zwei unterschiedlichen Bewegungsabläufen (VF und VN) geprüft wurde, war diese Fusionsbreite im gesamten Bereich der Messungen auffallend konstant bei Winkelwerten von 2 Grad 38 Minuten und 25 Sekunden für VF und 2 Grad 43 Minuten und 40 Sekunden für VN.

Die Schwankungsbreiten bei beiden Meßreihen waren nicht größer als durchschnittlich 2 bis 3 %.

Ein Vergleich der Meßergebnisse von 10 Versuchspersonen mit 2 anderen Meßvorrichtungen (Haploskop und Prismenleiste) zeigt, daß die mit unserer Methode bestimmten Fusionswinkelwerte im Bereich dieser Vergleichswerte liegen.

Eine differenzierte Messung der Fusionswinkel für die Divergenz ist jedoch im Vergleich mit den anderen Verfahren nur mit der von uns angegebenen Methode erreichbar.

Der konstante Unterschied von VF und VN von 5 Minuten und 15 Bogensekunden dürfte als physiologische Bahnungskonstante im Falle von VN gedeutet werden können.

Beim methodischen Vergleich der Messung des Fusionswinkels für die Konvergenz mit den beiden anderen Verfahren (Haploskop und Prismenleiste) bei 10 Versuchspersonen zeigt sich eine gute Kongruenz der VN-Werte mit den Werten der Vergleichsmethoden (mit Ausnahme von VP 8).

Bei ca. 30 % der getesteten Versuchspersonen findet man eine Überspitzung der Fusionswinkelmeßwerte auf annähernd das Doppelte der Vergleichsmethoden. Es handelt sich hierbei jedoch ausnahmslos um Versuchspersonen, die auch bereits bei den beiden anderen Verfahren außerordentlich große Fusionswinkel für die Konvergenz erbringen.

Die Mehrzahl der Versuchspersonen (ca. 70 %) liegt jedoch mit ihren VN- und VF-Werten im Bereich der als normal bekannten Fusionswinkel für die Konvergenz.

## D Zusammenfassung

Mit der hier vorgestellten Methode der Fusionswinkelmessung für die Divergenz und die Konvergenz mittels einer Biconvexlinse entsprechenden Ausmaßes gelingt es einwandfrei, den divergenten Fusionsbreitenwinkel auf Bogensekunden genau zu erfassen (Mikromethode).

Bei der Bestimmung des Fusionsbreitenwinkels für die Konvergenz ergibt sich im Vergleich mit anderen Meßmethoden konstant ein gering größerer Fusionswinkel bei VN.

Das führen wir darauf zurück, daß das mehr oder minder sprunghafte sucsessive Reizangebot bei unserer Methode entfällt und somit der maximal mögliche Endwert der Fusionsbreite ermittelt werden kann.

Der Unterschied zwischen VF und VN, der sowohl bei der Bestimmung des divergenten wie des konvergenten (wenn auch hier weit ausgeprägter) Fusionswinkels auftritt, ließe sich nach unserer Meinung als physiologische Bahnung oder Hemmung bei Annäherung oder Entfernung des Objektes deuten.

## E Literaturhinweis


| | | |
|---|---|---|
| I. | Schieck, F., E. Engelking | Grundriß der Augenheilkunde, 16. Auflage von W. Seydheckes. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1972 |
| II. | Mütze, Karl | A B C der Optik, Edition Leipzig, Verlag Werner Dausien, Hanau/Main, 1961 |
| III. | Graff, Th. | Messungen augen- und brillen-optischer Größen, Verlag G. Braun, Karlsruhe 1960 |
| IV. | Pschyrembel, Willibald | Klinisches Wörterbuch mit klinischen Syndromen, 185. bis 250., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Verlag de Gruyter u. a. Co., Berlin 1969 |

Hiermit möchte ich Herrn Prof. Dr. E. Schreck für die Arbeitsmöglichkeit in den klinischen Labors, Herrn Priv.-Doz. Dr. E. Genée für die Überlassung des Themas und Herrn Dr. Weinzierl für die immer freundliche Beratung und Unterstützung danken.

Weiter gilt mein Dank Herrn Wolfgang Schimmel von der Universität Regensburg für die datentechnische Aufarbeitung der Versuchsergebnisse.

## Lebenslauf

Am 18. 12. 1947 wurde ich in Regensburg als Sohn des Kraftfahrzeug-Mechanikermeisters Georg Stahl und seiner Ehefrau Pauline, geb. Schmaus, geboren.

Von 1954 bis 1958 besuchte ich die dortige Volksschule St. Wolfgang.

Anschließend kam ich auf das humanistische Albertus-Magnus-Gymnasium in Regensburg, das ich mit dem Abitur im Juni 1967 verließ.

Mit dem Wintersemester 1967/68 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen. Im Sommersemester 1969 immatrikulierte ich mich noch für Humanmedizin und legte im März 1970 die Ärztliche und Zahnärztliche Vorprüfung ab.

Im Juli 1973 beendete ich das Studium der Zahnheilkunde und Humanmedizin mit dem Staatsexamen.

Am 22. 10. 1973 legte ich mit Erfolg die mündliche Prüfung für die Promotion zum Dr. med. dent über das Thema "Personalbibliographien der Professoren und Dozenten der allgemeinen Pathologie, Therapie und Materia Medica von 1790 - 1829, der allgemeinen Pathologie, Therapie und Pharmakologie von 1830 - 1848, der allgemeinen Pathologie, Pharmakologie und Pharmakognosie von 1848 - 1874 an der Universität Wien" ab.

Offsetdruck-Fotodruck
J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990